

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas**

Análisis económico del consumo de fertilizantes y herbicidas sobre la productividad en el cultivo de arroz en la provincia del Guayas

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Economista con Mención en Gestión Empresarial**

Presentado por:

Maylen Adriana Paz Idrovo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a mis padres Mayra y Lenin, quienes han sido mi guía y apoyo incondicional en este camino. No hubiera sido posible alcanzar esta meta sin ustedes. A mis abuelitas Gladys y Lucía, que con sabiduría dieron los consejos de la importancia de servir a los demás con los principios académicos de mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios y a la Virgen por darme la fortaleza para seguir adelante cada día. A mis padres, por haberme educado y haber templado mi alma para las vicisitudes de la vida. A mi familia, por su apoyo incondicional. A mis amigos, por estar siempre presentes. A mis profesores de la carrera de Economía de la ESPOL que contribuyeron en mi formación profesional.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Maylen Adriana Paz Idrovo y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Maylen Adriana Paz  
Idrovo

# EVALUADORES




---

**Mariela Pérez Moncayo**

PROFESOR DE LA MATERIA

NEREYDA  
ESTEFANIA  
ESPINOZA  
VELASTEGUI



Firmado digitalmente por  
NEREYDA ESTEFANIA  
ESPINOZA VELASTEGUI  
Fecha: 2021.09.28  
08:06:59 -05'00'

---

**Nereyda Espinoza Velasteguí**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En Ecuador el cultivo de arroz es una gramínea de importancia socioeconómica. Los agricultores para producirla realizan prácticas intensivas de manejo agronómico para alcanzar los rendimientos estimados. El objetivo de esta investigación se concentró en determinar por análisis econométrico mediante el análisis de frontera estocástica si los fertilizantes, sustancias químicas biocidas y la extensión agrícola influyen sobre la eficiencia técnica para la producción del arroz. Para efecto de esta, la información se la consideró a partir de la base de datos del repositorio de Harvard Dataverse con acceso público. Se utilizó el programa Stata para la obtención de los parámetros estadísticos descriptivos. Los resultados establecieron que la mayor parte de los agricultores tienen una educación primaria, pocos agricultores son parte de asociaciones agrícolas, son conocedores de los procedimientos agronómicos para la producción de arroz y que las aspersiones de insecticidas dependen para alcanzar los rendimientos satisfactorios. Se concluye que el extensionismo agrícola no está llegando a todos los sectores productores de arroz motivado probablemente al número reducido de agrupaciones arroceras y por la existencia de incongruencia que determinado biocida es necesario para alcanzar los rendimientos. Los fertilizantes y los herbicidas deberán ser analizados para conocer si los agricultores utilizan las dosis adecuadas y, en los momentos oportunos en el cultivo. Se requiere correlacionar rendimientos e insumos en el tiempo y con otros sectores productores de arroz en Ecuador.

**Palabras Clave:** cultivo de arroz, análisis de frontera estocástica, eficiencia técnica, rendimientos.

## **ABSTRACT**

*In Ecuador, rice is a socioeconomically important crop. Farmers use intensive agronomic management practices to produce it in order to achieve the estimated yields. The objective of this research was to determine by econometric analysis using stochastic frontier analysis whether fertilizers, biocide chemicals and agricultural extension influence the technical efficiency of rice production. For this purpose, the open database was taken from the Harvard Dataverse repository. The Stata software was used to obtain the descriptive statistical parameters. The results established that most of the farmers have a primary education, few farmers are part of agricultural associations, are knowledgeable about agronomic procedures for rice production and insecticide sprays depend on them to achieve satisfactory yields. It is concluded that agricultural extensionism is not reaching all rice producing sectors, probably due to the small number of rice supporting organizations and the inconsistency that a certain biocide is necessary to achieve yields. Fertilizers and herbicides should be analyzed to know if farmers are using the specific amount of doses and at the right time. Yields and inputs need to be correlated over time and with other rice producing sectors in Ecuador.*

*Keywords: rice crop, stochastic frontier analysis, technical efficiency, yields.*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	2
RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
1. Introducción .....	9
1.1 Descripción del problema .....	12
1.2 Justificación del problema .....	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo General .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Marco teórico.....	14
1.4.1 Importancia social y económica del cultivo de arroz en Ecuador .....	14
1.4.2 Importaciones de insumos de agroquímicos que Ecuador destina para la producción agrícola .....	16
1.4.3 Agroquímicos utilizados en el proceso del cultivo de arroz.....	18
1.4.4 Influencia de los fertilizantes y herbicidas sobre los rendimientos en el cultivo de arroz.....	19
CAPÍTULO 2.....	22
2. Metodología .....	22
2.1 Investigaciones relacionadas.....	23



2.1.1	Caso Vietnam .....	23
2.1.2	Caso Nigeria .....	23
2.1.3	Caso Indonesia .....	24
2.2	Fuente de datos.....	24
2.3	Especificación del Modelo .....	26
CAPÍTULO 3.....		29
3.	Resultados y Análisis.....	29
3.1	Características de la producción de arroz .....	29
3.2	Estadísticas sobre las características socioeconómicas, atributos de la finca y factores de extensión agrícola.....	32
3.3	Estimación de la eficiencia técnica en la producción de arroz.....	39
3.4	Factores que afectan la eficiencia técnica de la producción de arroz.....	40
CAPÍTULO 4.....		43
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	43
4.1	Conclusiones.....	43
4.2	Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....		50

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SIPA	Sistema de Información Pública
SRI	Servicio de Rentas Internas
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
PIB	Producto Interno Bruto
SICA	Proyecto Servicio de Información y Censo Agropecuario
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
BCE	Banco Central del Ecuador
FOB	Franco a bordo
CIF	Coste, Seguro y Flete
IPI	Índice de Precios de Insumos Agroquímicos
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
NANDINA	Nomenclatura Arancelaria Común de la Comunidad Andina
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

## SIMBOLOGÍA

kg	Kilogramo
kcal	Kilocalorías
g	Gramo
l	Litro
ha	Hectárea
t	Tonelada
qq	Quintal
N	Nitrógeno
P	Fósforo
K	Potasio

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución del rendimiento nacional de la producción de arroz .....	15
Figura 1.2 Proporción de producción de arroz, cáscara por región .....	16
Figura 1.3 Estadísticas de importaciones de agroquímicos con la subpartida que contengan pyrazofos o de butaclor o de alaclor a Colombia .....	17
Figura 1.4 Importación de fertilizantes agrícolas .....	18
Figura 3.1 Insumos agrícolas y producción de arroz en la provincia del Guayas .....	30
Figura 3.2 Tipos de agroquímicos y fertilizantes más comunes para la producción de arroz en la provincia del Guayas .....	31
Figura 3.3 Tipos de semillas empleadas por los productores para la producción de arroz en la provincia del Guayas .....	32
Figura 3.4 Nivel de educación de los productores de arroz encuestados en la provincia del Guayas .....	34
Figura 3.5 Experiencia agrícola de los productores de arroz encuestados en la provincia del Guayas .....	35
Figura 3.6 Participación de los productores de arroz en organizaciones en la provincia del Guayas .....	36
Figura 3.7 Percentiles del total de datos sobre el tamaño de la finca de los productores de arroz en la provincia del Guayas .....	37
Figura 3.8 Distribución de la frecuencia sobre la eficiencia técnica de la producción de arroz en la provincia del Guayas .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción de las variables utilizadas para el análisis econométrico en el cultivo de arroz .....	26
Tabla 2.2 Testeo de las hipótesis de acuerdo al análisis de la frontera estocástica.....	28
Tabla 3.1 Dosis recomendada de los insumos agrícolas vs. la cantidad promedio que emplean los productores .....	30
Tabla 3.2 Aspectos relacionados al tipo de siembra y calidad de semilla .....	31
Tabla 3.3 Características socioeconómicas de los agricultores encuestados en la provincia del Guayas .....	33
Tabla 3.4 Servicio de transferencia tecnológica recibida en la provincia del Guayas....	36
Tabla 3.5 Perfil del productor respecto a la superficie de tierra destinada para el cultivo de arroz en la provincia del Guayas .....	38
Tabla 3.6 Aspectos relacionados a las actividades agrícolas y número de cosechas en la provincia del Guayas .....	38
Tabla 3.7 Estimación de la función de la frontera estocástica y los factores que afectan la eficiencia técnica del cultivo de arroz en la provincia del Guayas .....	40

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es una gramínea de importancia para la seguridad alimentaria en Ecuador porque representa un alimento importante en la dieta ecuatoriana. Según las estadísticas, el consumo de arroz blanco fluctuó de 17 Kg en 1965 a 33 Kg en 1975 por persona y por año (R. Celi, comunicación personal, 2 de julio de 2021); ya en el 2019, fue de 50,59 Kg/persona. En este último año el arroz dio un aporte de disponibilidad calórico de 499 Kcal y de proteína de 9,16 g/persona/día (SIPA, 2019). En el 2020, el país sembró 308.211 ha de arroz lo que incidió a crecer en un 21,6% con relación al 2019; su mayor producción se concentró en la provincia del Guayas con el 65,84%.

Según el Sistema de Información Pública (SIPA) en mayo del 2021 la provincia del Guayas tuvo una superficie sembrada de arroz de 218.113 ha con rendimientos de 5,44 t/ha. El Servicio de Rentas Internas (SRI) hace mención que el sector agropecuario como tal genera una recaudación de \$141'020.853 con un Producto Interno Bruto (PIB) agrícola de 9,1% (INEC, 2020; SRI, 2020).

En el contexto técnico con el cultivo, las aplicaciones de los fertilizantes, herbicidas u otro insumo agrícola como los insecticidas y fungicidas son de importancia para la producción de arroz, su uso se fundamenta bajo un criterio técnico especializado; sin embargo, información de encuestas revelan que los agricultores en algunos casos no siguen las recomendaciones técnicas especificadas en el paquete tecnológico para el cultivo de arroz dadas por el INIAP para cualquier nivel de adopción tecnológico, lo cual implicaría en que no se logren los rendimientos esperados y, más bien repercute de forma negativa al cultivo y al agroecosistema donde se desarrolla esta especie vegetal.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería indica la existencia de una demanda significativa de insumos agrícolas para mejorar la productividad del cultivo de arroz, lo cual puede estar incidiendo de manera directa en el incremento del costo de producción. Por ejemplo, una información técnica del Banco Central del Ecuador (BCE) del 2020 reporta

la importación de 72.0 t del insecticida dimetoato de la India lo que le representó para el país egreso de divisas de 426,8 en miles de dólares FOB. China, Estados Unidos de Norteamérica y Guatemala vendieron al país el mismo insecticida. El BCE también hace referencia que Ecuador compró insumos agrícolas a China por valores de entre 137.2 a 323.5 en miles de dólares FOB.

El cultivo de arroz también necesita de manera obligatoria la adición de fertilizantes inorgánicos al suelo para alcanzar una media de rendimiento aceptable de acuerdo con lo indicado por las diversas informaciones técnicas del INIAP siendo estos la urea, sulfato de amonio, muriato de potasio y otros. De los mencionados, la urea es de uso común y frecuente en etapas críticas de desarrollo de la planta.

Otro aspecto es la no existencia de estudios que se basen en determinar la ley de proporciones variables (Bishop y Toussaint, 1991) y corroborar de manera técnica si la dosis de aplicación de un determinado producto agroquímico satisface en alcanzar los rendimientos óptimos para la gramínea y que refleje, un retorno económico favorable por la inversión sistemática que realizan los agricultores arroceros en el manejo agronómico del cultivo de arroz. Un estudio basado en conocer la cantidad de nitrógeno presente en el suelo sirvió para establecer que el cultivo de arroz necesitaba entre 140 a 160 Kg/ha para alcanzar los rendimientos adecuados y que, de acuerdo con esto, sólo el 20% de los productores aplicaban aquel requerimiento y que el 69%, aplicaban cantidades superiores aproximadamente 207 Kg/ha. Otro aspecto por indicar es que el productor tecnificado<sup>1</sup> utiliza un saco adicional de fertilizante comparado con el productor semitecnificado<sup>2</sup>.

Los agroquímicos para el agricultor arrocero deberían coadyuvar a mantener como mínimo la media experimental productiva explicada en informaciones técnicas del INIAP. Entonces, se entiende que la aplicación de estos insumos influyen en los rendimientos, aunque puede darse el caso, en que no se logre tal expectativa por un efecto directo negativo sobre el rendimiento del cultivo del arroz motivado por una deficiente

---

<sup>1</sup> Tecnificado: utiliza paquetes tecnológicos experimentados y recursos productivos de alto costo

<sup>2</sup> Semitecnificado: utiliza recursos productivos y de manera abundante

aplicabilidad de uno u otro insumo agrícola; otras causas como el nivel de educación, nivel económico y capacidad de llegar a aceptar la adopción de paquete tecnológico pueden ser sin duda causas influyentes en no poder alcanzar la esperanza de la media productiva aceptable (Mendoza et al. 2011).

En un informe técnico del INIAP relacionado a un inventario tecnológico, se hace referencia a que existen varios factores que inciden en los costos de producción del arroz en Ecuador en los que sobresalen la inestabilidad de los precios de los insumos. Un análisis de los costos de producción del período 2002-2003 sobre la siembra bajo el sistema de riego por los métodos de siembra al voleo y siembra por trasplante en la zona de Daule, mostró que estos costos fluctuaron entre 628 y 748 dólares por hectárea respectivamente; contribuyendo entre un 48,07 y 43,22%. Estos costos se deben a la ejecución de preparar el suelo para la siembra, la siembra de la semilla, fertilización y riego. La cosecha y el beneficio (proceso agronómico de tratamiento del grano como limpieza, pilado y envasado) los costos de estos se situaron entre el 27,88 y 35,95%; seguido de la Asistencia Técnica y Costo Financiero entre el 15,13 y 12,69% y finalmente, las labores de protección de cultivo como el control de insectos plaga, control de malezas y desmezcla cuyos costos van del 9,92 y 8,15%.

Varios estudios exploran factores que inciden en la eficiencia técnica de la producción de arroz. Abedullah et al. (2007) intentaron relacionar la dotación de los recursos con la eficiencia técnica en la producción de arroz en Pakistán. Sus resultados mostraron que el uso de plaguicidas no era significativo, mientras que el empleo de fertilizantes provoca un efecto negativo en la producción de arroz debido a la mezcla inadecuada de nutrientes N, P y K. Otros investigadores como Taraka et al. (2012) realizaron la misma estimación, especialmente en lo que respecta a la extensión agrícola y a factores ambientales; el estudio reveló que los agricultores experimentados y con una certificación de buenas prácticas agrícolas son más productivos; asimismo, una aplicación eficiente de los recursos puede incrementar la eficiencia técnica del cultivo y, según el estudio de Linn et al. (2019) identificaron a los agricultores más eficientes que puedan servir como referencia para que otros grupos de agricultores mejoren la utilización de sus recursos escasos.



El presente estudio persigue analizar por medio de modelos econométricos factores sociodemográficos y de manejo del cultivo de arroz que incidan sobre su productividad.

### **1.1 Descripción del problema**

No existen muchos estudios econométricos locales que permitan determinar si el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos como los herbicidas u otras sustancias químicas de características biocida provocan la ineficiencia técnica de la productividad del cultivo de arroz o actúan de manera que les permitan a los agricultores alcanzar los rendimientos de la gramínea de acuerdo con la media experimental propuesta por el INIAP. Además, de que también pueden existir factores sociales o de extensión agrícola que estarían incidiendo en el mismo.

De acuerdo con este criterio, Mendoza et al. (2010) establecen que desde el 2000 al 2008 la producción y el rendimiento fueron de 1'246.634,31 a 1'442.052,00 y de 3,68 a 4,06 t/ha en su orden respectivo. Los mismos autores hacen referencia a la existencia de diferencias en los rendimientos influenciados por la condición climática en que se lo siembra referido como secano (lluvia) y seco (dependencia de un sistema de riego y drenaje). En otro trabajo investigativo realizados por Mendoza et al. (2011) en que tomaron como modelo de estudio a la variedad de arroz INIAP 14, ellos mencionan que el paquete tecnológico del INIAP que acompaña a esta variedad no es adoptado en su totalidad; por ejemplo, sólo el 24% de los productores emplean prácticas adecuadas para el control de malezas y el 20% llegan aplicar fertilizantes; para este último insumo, el 12% de pequeños y el 8% de medianos productores arroceros llegan a utilizar la cantidad de fertilizante nitrogenado recomendado por el paquete tecnológico. También, recalcan que las modificaciones que los productores hacen al paquete tecnológico incrementan los costos de producción. Además, aunque la literatura establece que los factores agrosocioeconómicos como la tenencia de tierra, tipo de productor y sectorización de la zona de producción inciden en la adopción de una tecnología; en este estudio con la variedad de arroz INIAP 14 aquellos factores no influyen en la adopción de la variedad ya que esta presenta pureza genética, buen vigor de germinación y sanidad; más bien, resaltan que

si el sistema de producción de arroz es tecnificado, el productor arrocero utiliza 1 qq/ha de semilla y que el semitecnificado requiere 1,25 qq/ha.

Un hecho importante de indicar sin sustento de datos es que hay un grupo minoritario de agricultores que emplean para la siembra semilla certificada y otro grupo, utiliza semilla reciclada; esta última presenta características de tener baja germinación, poco vigor, mezcla con semillas de malezas, mezcla con otras variedades de arroz e infectadas con una determinada enfermedad.

El estudio de Rentería et al. (2019) reveló que el 100% de los agricultores encuestados aseguraron que una de las seis causas para el incremento de los rendimientos en el 2019 fue la aplicación de la fertilización nitrogenada. Asimismo, el uso de este tipo fertilizante que dependiendo de la condición socioeconómica del agricultor puede o no aplicar técnicamente su recomendación de uso; además, de que junto con otros agroquímicos inciden en los costos de producción entre el 30 al 50% (R. Celi comunicación personal, 2 de julio de 2021); los autores sugieren la importancia de conocer esta dinámica a nivel nacional con muchos cultivos de importancia económica para el país; porque los fertilizantes y los herbicidas representaron para el 2020 el 51 y el 12% como los principales insumos agrícolas importados (MAG, 2020).

Además, que la variación del Índice de Precios de Insumos Agroquímicos (IPI) fue influenciada por los herbicidas glifosato y 2,4-D amina y por el insecticida cipermetrina. La información podría dar indicios de que existe un empleo sistemático, periódico e intensivo de los insumos indicados principalmente por fertilizantes y herbicidas para mejorar la media experimental productiva de esta gramínea.

Debido a estos criterios económicos, amerita determinar si el uso de los fertilizantes y herbicidas dan la sostenibilidad para alcanzar los rendimientos experimentales sugeridos.

## **1.2 Justificación del problema**

En el 2020 la superficie sembrada de esta gramínea fue de 83.415 ha con rendimiento de 4,53 t/ha (SIPA, 2020). El arroz es un cultivo que demanda procedimientos técnicos como el empleo de semilla certificada de alta calidad y pureza varietal, una correcta

utilización de insumos como herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes; lo que garantizará la producción y la productividad de la gramínea.

Es importante realizar un análisis estadístico para conocer si la inversión en fertilizantes, herbicidas u otro factor en el manejo del cultivo cumplen con los requerimientos técnicos y así satisfacer, con las expectativas de mejorar la productividad y el retorno económico de la misma por concepto de inversión recuperado por la venta del grano en cáscara.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar si el uso intensivo de los fertilizantes y herbicidas favorecen en alcanzar la eficiencia técnica para optimizar la productividad del cultivo de arroz en la provincia del Guayas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar el sector arrocero de la provincia del Guayas respecto a los factores socioeconómicos de los productores y atributos de la finca.
2. Proponer un modelo de análisis que explique el comportamiento la producción y rendimiento del arroz influenciado por el uso de fertilizantes y herbicidas.

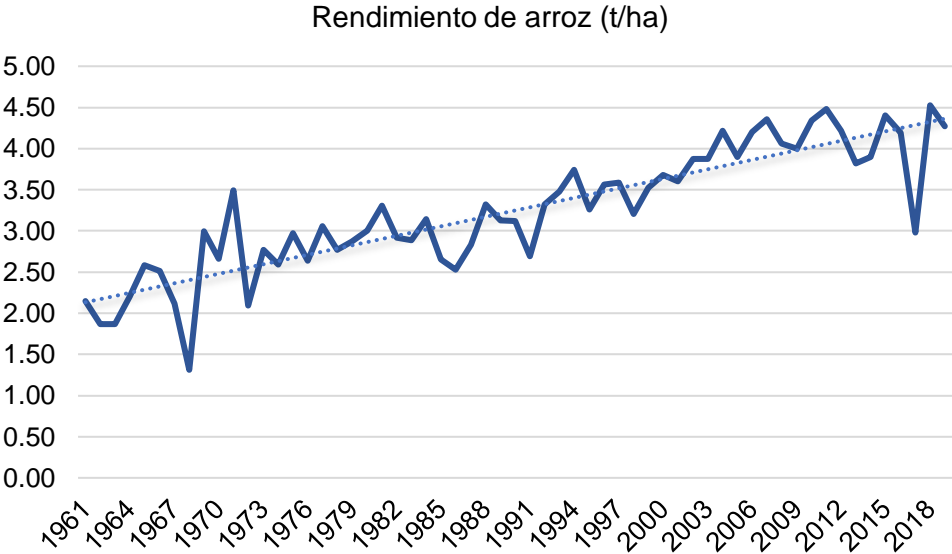
### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Importancia social y económica del cultivo de arroz en Ecuador**

El cultivo del arroz representa para el sector agrícola un rubro generador de empleo y sostenibilidad alimentaria para el Ecuador. En el 2018, la superficie nacional sembrada de arroz fue 301.853 ha con una concentración en la provincia del Guayas (INEC, 2018). La información revela la importancia social del cultivo del arroz en el sector agrícola debido a la mano de obra que se involucra en ella después de la manufactura, petróleo y minas. Según el INEC (2017) el sector agropecuario participa en el PIB con el 8%. Los cambios en el tiempo han sido evidentes por la implementación de una determinada tecnología; en 1968 la productividad del arroz fue de 1,31 t/ha y, en 1975 los rendimientos llegaron a 2,97 t/ha (Figura 1.1). Esta tendencia de alza productiva fue motivada por el

INIAP, que promovió en aquel entonces la siembra de variedades semienanas con alto potencial de rendimiento; sin embargo, se aumentó el uso de insumos agrícolas para alcanzar el máximo potencial de estas variedades mejoradas (INIAP, 2005). Esta tendencia de incremento llegó a ser evidente en el 2004 con otras variedades de arroz, el rendimiento fue 4,22 t/ha con consumo alimenticio per cápita de 53 Kg.

**Figura 1.1 Evolución del rendimiento nacional de la producción de arroz**

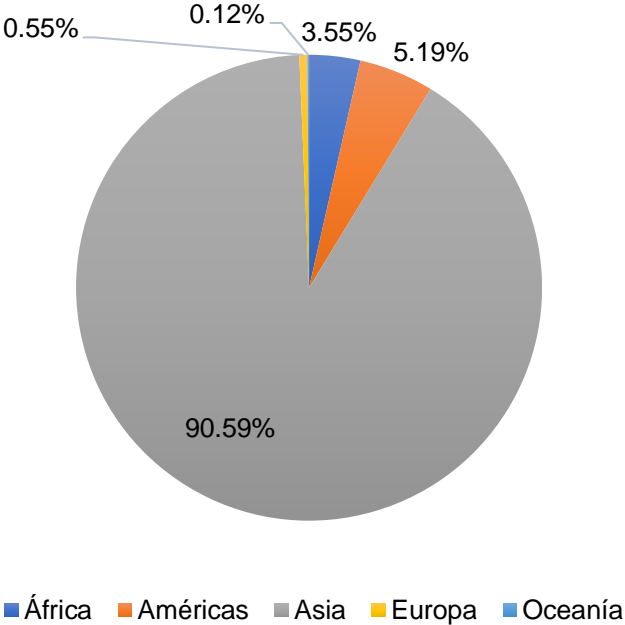


Fuente: FAO, 2021.  
 Elaboración: propia

Un informe del Banco Central del Ecuador (2020) indica que el país realizó una importación de arroz de 161,8 t con precio CIF 103.9 en miles de dólares valores superiores al 2019 que fue de 57,2 y 77.1 en su orden respectivo. Considerando a la provincia del Guayas en el 2016 y 2018 la producción fue de 1.035 y 982 miles de toneladas métrica (INEC, 2019) una situación que amerita el análisis si existe verdadero déficit local de la gramínea. El mismo informe también indica que una de las principales causas que afecta a la producción del cultivo es la falta de un acompañamiento técnico manifestado por el 26% del total de los encuestados. Esta última causa, es un punto crítico porque puede generar que el uso de los agroquímicos y de los fertilizantes sean realizados con sobredosisificación o subdosisificación lo que puede promover una variación en los costos de producción. De manera sistemática, esta práctica en el tiempo podrá

generar un efecto perjudicial al nicho ecológico y productivo de la gramínea. Esta tendencia de la importancia del cultivo de arroz es también evidente con otros países productores de esta gramínea como se demuestra en la Figura 1.2.

**Figura 1.2 Proporción de producción de arroz, cáscara por región**

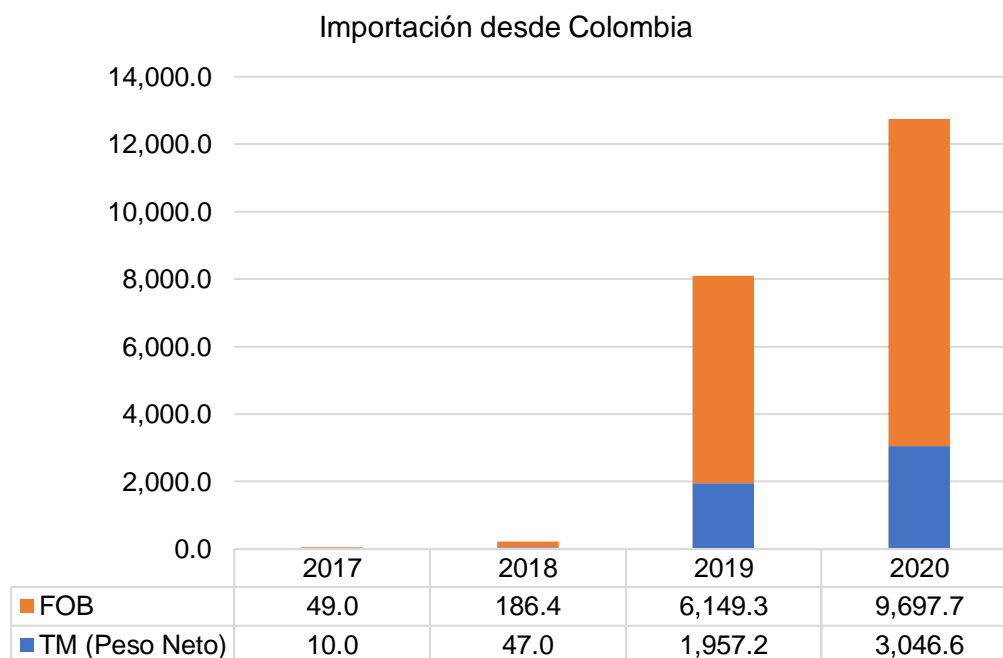


Fuente: FAO, 2021.  
Elaboración: propia

**1.4.2 Importaciones de insumos de agroquímicos que Ecuador destina para la producción agrícola**

El Banco Central del Ecuador reporta desde el 2011 importaciones de herbicidas para el control de malezas en arroz como es el caso del butaclor que por su selectividad química es utilizado en otras especies vegetales comestibles. Las importaciones fueron significativas con Colombia debido a que vendió al país en el 2019, 1.957,2 t lo que representó 6.149 en miles de dólares FOB por concepto de aquella compra. Este mismo insumo para el 2020 con compra al mismo país fue de 3.046,6 t y 9.697,7 respectivamente (Figura 1.3).

**Figura 1.3 Estadísticas de importaciones de agroquímicos con la subpartida que contengan pyrazofos o de butaclor o de alaclor a Colombia**



Fuente: BCE, 2021.

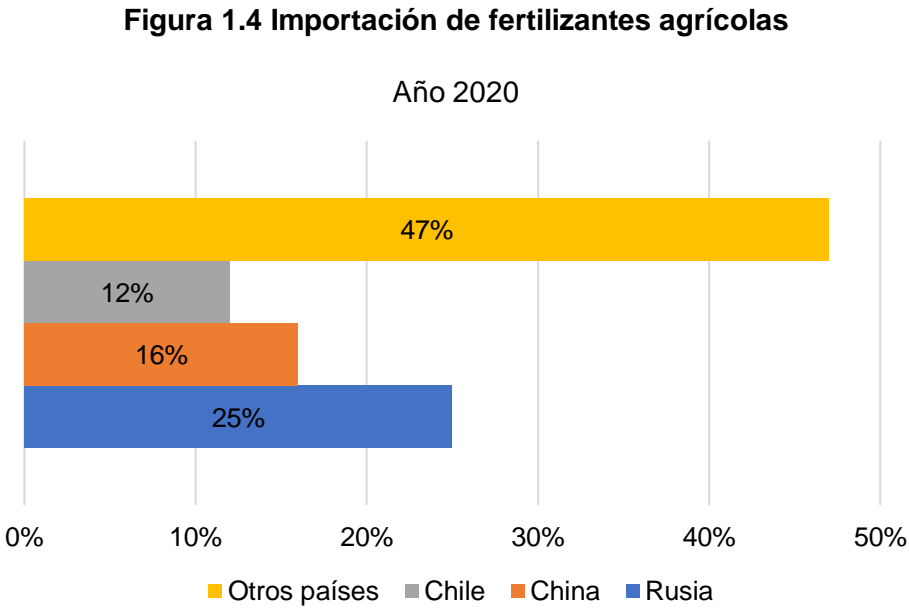
Elaboración: propia

Es importante recalcar que del grupo de la subpartida que se indica en la Figura 1, sólo el butaclor fue uno de los herbicidas de uso frecuente para el control de malezas en el cultivo de arroz. Además, es notorio que en el 2020 en plena pandemia del CoViD-19, hubo un aumento significativo de estos agroquímicos con relación a los años anteriores. Según la Norma Andina (NANDINA) establece que moléculas de herbicidas y fertilizantes tienen cero tarifas arancelarias lo que promovió que las importaciones de estos insumos agrícolas sean de volumen considerado. Para ejemplo con otro insumo agrícola, el SIPA del Ministerio de Agricultura (2020) enfatiza que Ecuador hizo una importación de fertilizantes en el 2020 de \$299,86 millones. Por lo tanto, será interesante conocer cómo se da la distribución de los fertilizantes para los diversos rubros agrícolas y que las empresas comercializadoras de estos insumos agrícolas definan los volúmenes vendidos para cada cultivo.

Sin embargo, el INEC (2020) se refiere a que hubo un consumo de fertilizante para arroz en el 2018 y 2019 de 264 Kg/ha por igual en cada año indicado; esto quiere decir, si

consideramos la información del SIPA del Ministerio de Agricultura para el tercer periodo de siembra del 2019 fue 67.305 ha sembradas a nivel nacional esto implica un consumo de fertilizante de 17'768.520 Kg/ha y, si enfocamos solo a la provincia del Guayas con 51.872 ha sembradas para este mismo periodo, el consumo de fertilizante fue 13'694.908 Kg/ha. Para el segundo periodo de siembra a nivel nacional fue 144.347 ha lo que representó un consumo de fertilizante de 38'107.608 Kg/ha. Aún no está claro si la inversión en fertilizantes llega a correlacionarse con la media productiva del cultivo de arroz a nivel nacional.

De manera complementaria, en la Figura 1.4 se indica que se destinó 299.86 millones de dólares para la importación de fertilizantes, en la que sobresale Rusia (25%) como el mayor proveedor de este insumo; seguido de China y Chile.



Fuente: SIPA, 2021.  
Elaboración: propia

**1.4.3 Agroquímicos utilizados en el proceso del cultivo de arroz**

Información del INIAP (L. Peñaherrera, comunicación personal, 4 de julio de 2021) señala que el manejo de malezas en los ambientes ecológicos para el cultivo de arroz los herbicidas como bentiocarbo, bispiribac-Na, butaclor, clincher, loyant, oxadiazón,

pendimentalín, 2-4 D son comunes para controlar las plantas invasoras que compiten con el cultivo en agua, luz y nutrientes. Su aplicación se fundamenta en dos eventos estratégicos antes y después que se dé la emergencia de las malezas; es decir, en el primer caso, el herbicida será aplicado después de que se culminó la siembra de la semilla de arroz (modalidad de aplicación pre-emergente) y en el segundo caso, será aplicado cuando la maleza esté presente junto al cultivo del arroz (modalidad de aplicación pos-emergente). En relación con los fertilizantes, principalmente los que contiene nitrógeno como el caso de la urea deberán ser aplicados tres veces.

#### **1.4.4 Influencia de los fertilizantes y herbicidas sobre los rendimientos en el cultivo de arroz**

En una información interna de la Estación Experimental Litoral (antes Boliche) del INIAP (2005) establece que existe la necesidad de realizar investigaciones puntuales en fertilización y a su vez, promover el uso de semilla certificada. para la respectiva tecnología y ser transferida a los grupos de agricultores arroceros. Las estadísticas demuestran que el empleo de semilla reciclada de arroz no beneficia en alcanzar una productividad deseable porque con la siembra de semilla certificada que reúne los estándares de calidad, la productividad es mayor de 1,05 t (García, 2019). El mismo autor se refiere que, a nivel nacional el 69% los agricultores arroceros utilizan semilla reciclada una causa que puede motivar en no alcanzar los rendimientos esperados.

En un trabajo realizado con el cultivo de maíz, Fuglie y Bosch (1995) indican que los agricultores comúnmente manifiestan incertidumbre en la aplicación de nitrógeno; sin embargo, ellos pueden reducir el uso de fertilizantes sin afectar el rendimiento siempre y cuando los agricultores conozcan la historia del cultivo y las características del suelo. Estos autores, a través de un modelo estadístico establecen que puede darse importantes beneficios si, una tasa alta de agricultores de todo nivel tecnológico adopta las recomendaciones técnicas de fertilización; pero, existirá la dificultad de ser aceptada aquella tecnología por la existencia de una población agrícola heterogénea.

En el mismo contexto, Dobermann y Cassman (2002) explican que, para mejorar los rendimientos, la eficiencia en el uso de los insumos, la rentabilidad y el impacto ambiental



llegan a ser similares a los sistemas productivos del arroz y del maíz. Los niveles medios de rendimiento de estos dos cultivos van del 40 al 65% del rendimiento potencialmente alcanzable y la recuperación media del fertilizante nitrogenado es inferior al 40%. Seguidamente, los autores en el mismo trabajo enfatizan que deben existir estrategias sólidas para el manejo de la nutrición en lugares específicos considerando aspectos de la correlación entre el rendimiento y la absorción de los nutrientes del suelo y, la congruencia entre el suministro de la fertilización con la demanda del cultivo. También ellos proponen prioridades que deben ser estudiadas como: (i) datos de la finca sobre el uso de los nutrientes y la eficiencia del uso de los nutrientes; (ii) uso de modelos y técnicas geoespaciales para comprender de manera cuantitativa la respuesta del cultivo a la variación ambiental espacial y temporal; (iii) enfoque del nitrógeno en tiempo real; (iv) conocimiento de los nutrientes en cultivos genéticamente modificados y (v) un estudio que permita entender las funciones agrícolas, ecológicas y ambientales del sistema de cultivo intensivo.

Bhuiyan et al. (1984) especificaron que el rendimiento del arroz se relacionó linealmente con el contenido de nitrógeno presente en la materia seca de la planta de arroz; y que el efecto de manipular el suministro de nitrógeno sobre el rendimiento se relaciona directamente con la absorción del elemento nitrógeno. En nuestro medio, un hecho importante en arroz es que los mismos agricultores hacen hincapié que la cantidad de fertilizantes que aplican es inferior a los requerimientos mínimos sugeridos por el INIAP.

Investigación que realizaron Zia-Ul-Haq et al. (2019) sus resultados se refieren a que la aplicación de bispiribac-Na en mezcla con fenoxaprop p-etilo + etoxisulfuron etilo, es una estrategia química para poder controlar las malezas y poder así, obtener una máxima productividad del cultivo de arroz y rendimientos económicos netos. En una compilación bibliográfica Gianessi y Reigner (2007) relatan que el uso de una medida química para el control de malezas ayudará en cierta medida a evitar pérdidas de rendimiento del 20%. Por lo tanto, se convierte en un punto de análisis de conocer cómo se da la distribución del volumen de fertilizantes y de los herbicidas para los diversos periodos de siembra del cultivo de arroz; es decir, poder en medida correlacionar la eficiencia técnica de aquella aplicabilidad tecnológica para alcanzar los rendimientos esperados.

De igual manera, Taraka et al. (2012) establecen que, en Tailandia, la producción de arroz ha tenido sus respectivos incrementos; debido, a la expansión de nuevas áreas de siembra y no, por un aumento en la productividad; por ende, estos investigadores midieron la eficiencia técnica de las granjas de arroz y exploraron factores que estarían provocando una ineficiencia especialmente, en lo que respecta a la extensión agrícola y a los factores ambientales. Los resultados llegaron a indicar que la aplicación correcta de los insumos agrícola y los recursos podrían llegar a aumentar la producción de manera eficiente. Además, la existencia de la transferencia de los conocimientos sobre las buenas prácticas agrícolas entre los distintos grupos de agricultores es una estrategia para mejorar el rendimiento del cultivo. Por lo tanto, como el objeto de estudio de estos autores es similar a esta investigación, se utilizará como base el modelo matemático que ellos emplearon, pero con una modificación parcial de la misma. Esto es debido a que el modelo matemático utiliza algunas variables independientes no alcanzables, ya que contiene una gran cantidad de datos basados en encuestas socioeconómicas.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Para medir la eficiencia técnica de la productividad del cultivo de arroz se empleará un modelo que teste las relaciones entre la variable de interés y otras variables que afectan el cultivo de arroz como: insumos agrícolas, características socioeconómicas, características del lote y factores de extensión agrícola para su respectivo análisis.

Para el análisis de la eficiencia técnica se utilizó como referencia el trabajo de Taraka et al. (2012) que proponen un modelo con la forma funcional transcendental logarítmica (translog), la cual está basada en la función de producción de Cobb-Douglas (1928).

La metodología que se emplea en esta investigación es de la frontera estocástica propuesta por Meeusen y Broeck (1977) y por Aigner et al. (1977) para datos de corte transversal. La especificación matemática está constituida por una función de producción con el término de error que, a su vez, se descompone en dos términos, por lo que el efecto de ellos puede estar causando una desviación en la frontera de producción. Este modelo es expresado de la siguiente manera:

$$y_i = x_i\beta + \varepsilon_i$$

$$\ln y_i = x_i\beta + v_i - u_i$$

Esta función muestra las variables que inciden sobre la producción de arroz, donde  $y_i$  representa la producción arrocera de cada finca ( $i$ );  $x_i$  es un vector  $k \times 1$  que contiene los logaritmos de los insumos;  $\beta$  es el vector de parámetros desconocidos;  $v_i$  representa el error aleatorio, además, de capturar otros factores que no se pueden controlar. Seguidamente, también se asume que la variable es *i. i. d*  $N(0, \sigma_v^2)$  y,  $u_i$  equivale a la ineficiencia técnica, generalmente, las variables asociadas a ésta son de naturaleza socioeconómica y se distribuye de manera independiente como  $N(u_i, \sigma_u^2)$  con un truncamiento en cero.

Luego de la estimación de la función translog, medimos la eficiencia técnica de cada finca a través del siguiente ratio que se explica como la relación entre la producción real con respecto a la frontera de producción correspondiente bajo un nivel de tecnología específica:

$$ET_i = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp(-u_i) \quad , 0 \leq ET_i \leq 1$$

Si  $u_i$  es igual a cero, entonces  $ET$  equivale a uno, por ende, la producción será técnicamente eficiente.

## **2.1 Investigaciones relacionadas**

### **2.1.1 Caso Vietnam**

Khai y Yabe (2011) estudiaron la medición de la eficiencia técnica de la producción de arroz en Vietnam. Los resultados mostraron que hay factores que tienen un impacto positivo en los niveles de eficiencia técnica; siendo el de mayor relevancia la mano de obra intensiva en el cultivo del arroz; el segundo atributo más importante era el riego, ya que una irrigación eficiente fortalece la productividad del cultivo; además, mientras mayor sea el nivel de educación de los productores de arroz, mayor será su eficiencia técnica al tener un mayor conocimiento sobre el control y manejo de la producción de esta gramínea. Por lo tanto, concluyeron en que una de las actividades que debería reformar el gobierno para mejorar la eficiencia técnica de las fincas productoras de arroz era la capacitación o transferencia de conocimientos sobre la aplicación de nuevas tecnologías y gestión de gastos, como estrategia para mejorar la educación agrícola.

### **2.1.2 Caso Nigeria**

El estudio de Idiong (2007) proporcionó información empírica sobre la eficiencia técnica a nivel de finca y sus determinantes en la producción de arroz de pantano a pequeña escala en Cross River State en Nigeria. Los resultados indicaron que los productores de arroz no eran totalmente eficientes desde el punto de vista técnico; a pesar de que, la eficiencia promedio fue del 77% y el rango en el que se encontraban los agricultores estaba entre un 48 y 99%. También se evidenció que el coeficiente de experiencia fue

positivo pero no significativo, más bien el nivel de educación era el factor más importante porque ayudaba a la generación y transferencia de nuevas tecnologías al cultivo de arroz para incrementar su rendimiento; asimismo otros atributos que tienen una incidencia positiva sobre la producción arroz son pertenecer a una organización agrícola para intercambiar información y experiencias y, así mejorar sus prácticas agrícolas; además, el acceso al crédito era otro determinante importante para comprar mejores insumos que promuevan una mayor productividad.

### **2.1.3 Caso Indonesia**

Purba et al. (2020) determinaron la eficiencia técnica del cultivo de arroz en las tierras bajas de las mareas del sur de Sumatra y lograron identificar los factores que afectaban a uno de los principales graneros de arroz de Indonesia. Sus resultados mostraron que la producción de arroz era ineficiente, sólo el 47,31% del cultivo fue eficiente, ya que, al hacer uso excesivo de los insumos, presentaban rendimientos decrecientes a escala, por ende, lo ideal sería reducir los mismos. Asimismo, los factores que tuvieron un impacto negativo en la producción de esta gramínea en las tierras bajas de marea fueron los fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas de N, P y K; otro determinante importante fue la capacitación en viveros de semillas por extensión agrícola; además, de políticas relacionadas al uso de insumos agrícolas.

## **2.2 Fuente de datos**

El análisis se llevó a cabo utilizando los datos primarios de una encuesta previamente elaborada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con apoyo logístico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador.

Para la medición de la ET se utilizó la base de datos<sup>3</sup> del repositorio Harvard Dataverse generados por Orrego-Varón et al. (2016). Esta base corresponde a datos de corte transversal que fue realizada a finales del año 2014 e inicios del 2015, en diversos ambientes de producción de arroz en Ecuador. Se realizaron encuestas en las provincias

---

<sup>3</sup> La encuesta se encuentra a disposición pública en el link: <https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/DX3F4T&widget=dataverse@IFPRI>

de El Oro, Guayas, Los Ríos y Manabí que son las principales provincias productoras en el Ecuador, las cuales concentran el 98,06% de la producción nacional. En este estudio se analizarán los datos correspondientes a la provincia del Guayas que concentra el 72,60% de la producción de arroz (SIPA, 2020).

El propósito de la encuesta fue conocer el sistema de producción de arroz en el país y así como las variedades de semilla que los agricultores utilizaban. La encuesta fue estructurada en 23 módulos de la siguiente manera: (1) Datos del encuestador y de la encuesta, (2) Datos del encuestado, (3) Ubicación geográfica, (4) Composición del hogar, (5) Caracterización de la unidad de producción, (6) Caracterización de otros cultivos distintos al arroz, (7) Cultivo de arroz, (8) Programa de subsidio del gobierno -kit de insumos agrícolas- y variedades de arroz, (9) Limitantes de producción, (10) Manejo agronómico del cultivo de arroz, (11) Preparación del suelo y siembra, (12) Sistema de riego, (13) Abonos y fertilización, (14) Control de malezas, (15) Control de plagas y enfermedades, (16) Cosecha, (17) Toma de decisiones y continuidad de las prácticas agrícolas, (18) Otros ingresos del hogar (sin incluir ingresos arroceros), (19) Nivel de pobreza-PPI-, (20) Activos, (21) Seguridad alimentaria -índice de diversidad dietética en el hogar- (22) Acceso a servicios, (23) Cambio climático.

La información recolectada fue de los 1.028 hogares a nivel nacional, escogidos de manera aleatoria; pero, para esta investigación sólo se tomaron los datos e información de la provincia del Guayas; asimismo, otro filtro que se realizó fue el parentesco de la persona encuestada con el jefe de hogar, es decir, sólo se tomó en cuenta al jefe del grupo familiar independiente del género; de tal manera, se trabajó con 330 observaciones. Entonces, para el análisis econométrico, las variables de estudio se agruparon en cuatro conjuntos de datos: (1) variables que inciden en la producción como los insumos utilizados por hectárea, (2) características socioeconómicas del productor incidentes sobre la eficiencia de la producción, (3) características de la finca, y (4) variables de extensión agrícola.

### 2.3 Especificación del Modelo

Se planteó el modelo de la frontera de producción translog que propuso Taraka et al. (2012) para determinar cuáles eran los factores que influyen de manera directa sobre la productividad del cultivo de arroz en la provincia del Guayas, el modelo propuesto es el siguiente:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^4 \beta_j \ln X_{ji} + \sum_{j \leq k=1}^4 \beta_{jk} \ln X_{ji} \ln X_{ki} + v_i - u_i$$

Donde  $Y_i$  representa la producción de arroz medido en sacas/ha. Para este modelo la variable dependiente es una transformación logarítmica de la producción. Esta transformación de los datos también se lo aplica a las variables independientes.

Mientras  $U_i$  (error) captura el efecto de la ineficiencia técnica, se asume que es una función que captura un conjunto de variables independientes  $Z_m$  y un vector con parámetros desconocidos a ser estimados  $\delta_m$ . El modelo de ineficiencia presenta la siguiente forma:

$$U_i = \delta_0 + \sum_{m=1}^{12} \delta_m Z_m$$

En este caso para el proyecto,  $Z_m$  recoge variables socioeconómicas del productor y características de la finca, así como variables de extensión agrícola que se describen en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Descripción de las variables utilizadas para el análisis econométrico en el cultivo de arroz**

Variable	Descripción
<b>Variables de la función de producción</b>	
<i>variable dependiente</i>	
$\ln(Y)$	Logaritmo de producción total de arroz (sacas/ha)
<i>variables independientes</i>	
$\ln(X_1)$	Logaritmo de cantidad total de semillas utilizados (kg/ha)
$\ln(X_2)$	Logaritmo de cantidad total de fertilizantes utilizados (kg/ha)
$\ln(X_3)$	Logaritmo de cantidad total de herbicidas utilizados (l/ha)
$\ln(X_4)$	Logaritmo de cantidad total de insecticidas utilizados (l/ha)

---

**Tabla 2.1 (Continuación)**

---

**Variables de ineficiencia técnica***variables socioeconómicas*

Dummy de sexo

Sexo (hombre = 1, mujer = 0)

Dummy de educación

Nivel de educación (superior a la escuela primaria = 1, otro = 0)

Experiencia

Experiencia agrícola (años)

Familia

No. de integrantes en la familia (personas)

*variables características de la finca*

FTamaño

Tamaño de la finca (ha)

FTamaño2

Tamaño de la finca al cuadrado (ha)

Dummy de Tenencia

Tenencia de la tierra (propia = 1, otro = 0)

*variables de extensión agrícola*

Dummy de organización

Participa en un grupo-organización agrícola (sí = 1, no = 0)

Dummy de visita

Asesoría técnica (sí = 1, no = 0)

Dummy de quema

Realiza quema de paja de arroz (sí = 1, no = 0)

Dummy de siembra

Realiza siembra directa (sí = 1, no = 0)

NCosechas

No. de cosechas de arroz en el último año

Elaboración: propia

---

De acuerdo con las variables que se relacionan con la producción de arroz, estas se enfocan en alcanzar los rendimientos esperados siempre y cuando, encuadren de acuerdo con las normativas de las buenas prácticas agrícolas que se direccionan con el empleo de semillas certificadas que garanticen la pureza varietal de la misma con la cantidad adecuada para su siembra; y, la aplicación de fertilizantes, herbicidas e insecticidas previo a una evaluación técnica del cultivo. Para esto, se requiere que la eficiencia técnica basada en el talento humano, el número de miembros de la familia, nivel de educación, experiencia agrícola y sexo sean conocedores del proceso tecnológico mínimo necesario para llegar a producir arroz sin afectación a la salud, ambiente y en lo económico e independiente, de la superficie de siembra y tenencia de la tierra.

Con respecto a la extensión agrícola, este término se refiere a la transferencia tecnológica con su respectiva retroalimentación; en otras palabras, generalmente los productores de arroz se benefician del conocimiento de profesionales especializados en el área mediante la implementación de nuevas técnicas agronómicas y habilidades que les permitan mejorar la productividad del cultivo manteniendo así, la seguridad alimentaria y la calidad de vida. Específicamente la extensión agrícola posee dos



componentes relevantes: i) promover la generación y difusión de información sobre las buenas prácticas agrícolas relacionadas con el empleo semillas mejoradas acompañada con una aplicación técnica de agroquímicos (control de malezas, plagas y enfermedades) y fertilizantes que aseguren alcanzar los rendimientos esperados de la gramínea como asimismo, dar la sostenibilidad de mantener la calidad y buen uso del suelo y a su vez, del agua y ii) medir la retroalimentación de los conocimientos transferidos en el cultivo de arroz. En nuestro modelo se mide a través de cinco variables, que son: organización agrícola, visita técnica, quema, siembra y número de cosechas. Los cuatro primeros factores son variables dummies y la última indica el número de veces que se cosecha por campaña de arroz.

Para conocer si las variables fueron significativas en cuanto al efecto que ejerce cada una sobre la productividad del cultivo, se plantearon las hipótesis en base al análisis de la frontera estocástica (Tabla 2.2).

**Tabla 2.2 Testeo de las hipótesis de acuerdo con el análisis de la frontera estocástica**

Hipótesis Nula	Decisión	Nivel de significancia estadística
Función de producción Cobb-Douglas $H_0: \beta_{jk} = 0$	Rechaza Ho	0,05
Variables de control de la ineficiencia técnica $H_0: \delta_1 = \dots = \delta_{12} = 0$	Rechaza Ho	0,05

Elaboración: propia

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo consta de cuatro secciones i) producción del arroz, ii) estadísticas sobre las características socioeconómicas de los agricultores y de la finca, así como los factores de extensión agrícola, iii) la tercera sección presenta la estimación de la eficiencia técnica del cultivo de la gramínea y iv) se analiza los factores que provocan un impacto negativo en la eficiencia técnica de la producción de este cultivo.

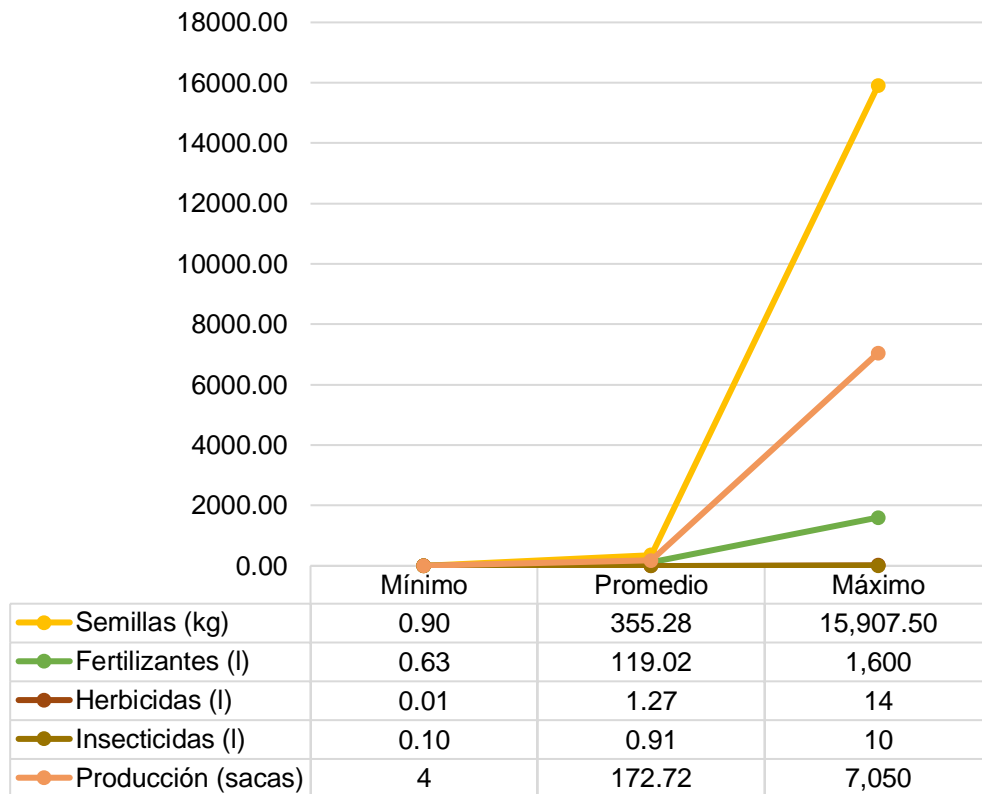
### 3.1 Características de la producción de arroz

Con respecto a los insumos y la producción por hectárea de arroz, los resultados mostraron que los agricultores utilizaron una media de 355,28 kg de semillas de arroz por hectárea. En promedio, los agricultores aplicaron 119,02 kg de fertilizantes por ha. Además, emplearon en promedio 1,27 y 0,91 l/ha de herbicidas e insecticidas respectivamente. En un informe técnico del INIAP relacionado a los coeficientes técnicos y costos directos por hectárea del cultivo de arroz, los agricultores deben utilizar entre 60 y 100 kg de semilla por ha para la siembra. Sin embargo, los resultados establecieron que sólo el 18,79% de los productores empleó la cantidad recomendada de semillas por ha. El 66,36% de los encuestados utilizaron más de 100 kg de semillas por hectárea. Con respecto a los fertilizantes, se debe utilizar en promedio hasta 120 kg/ha para la campaña de arroz. En cuanto a los herbicidas, la cantidad recomendada es de 2,5 l/ha aunque la dosis tiende a variar dependiendo del tipo de herbicida; y, con relación a los insecticidas, en promedio se debe aplicar entre 1 a 1,5 l/ha. Además, en promedio la producción es de 172,72 sacas<sup>4</sup> de arroz (Figura 3.1; Tabla 3.1).

---

<sup>4</sup> Saca = 205 libras

**Figura 3.1 Insumos agrícolas y producción de arroz en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016

Elaboración: propia

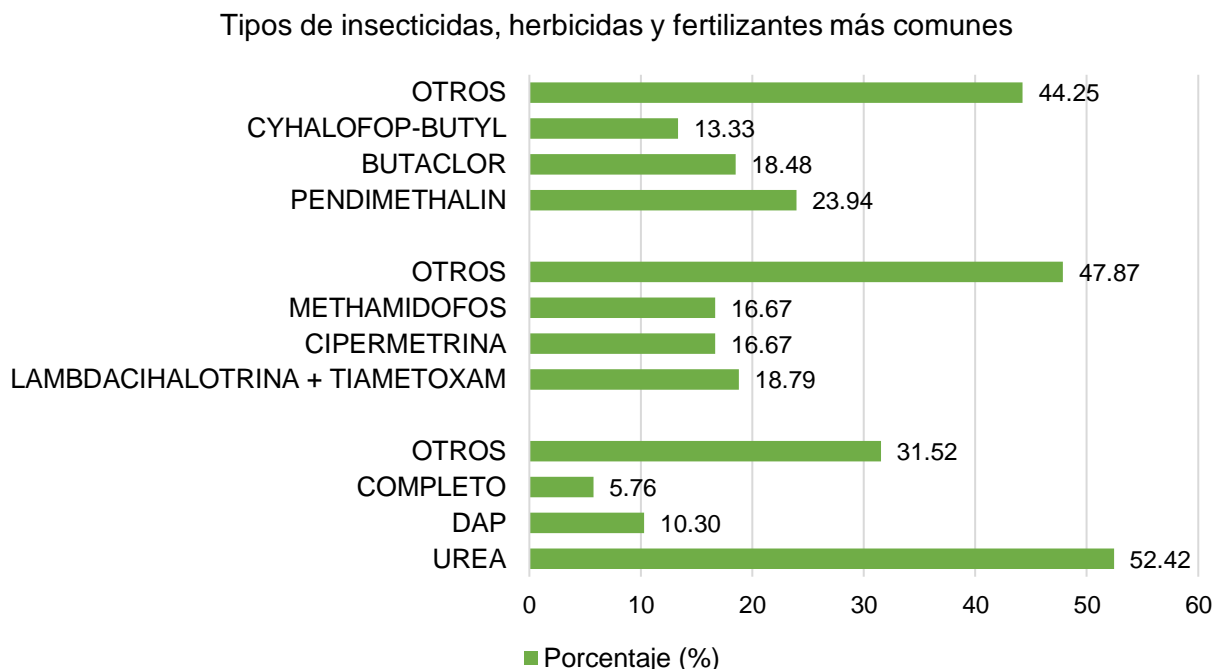
**Tabla 3.1 Dosis recomendada de los insumos agrícolas vs. la cantidad promedio que emplean los productores**

	Semillas	Fertilizantes	Herbicidas	Insecticidas
Promedio	355,28 kg/ha	119,02 kg/ha	1,27 l/ha	0,91 l/ha
Recomendado	60-100 kg/ha	120 kg/ha	2,5 l/ha	1-1,5 l/ha

Elaboración: propia

De acuerdo con los tipos de fertilizantes más aplicados, la Urea fue el más usado con el 52,42%. Con respecto a los herbicidas, el empleado fue el pendimethalin con el 23,94% y, respecto al tipo de insecticida más común, el 18,79% de los agricultores afirmaron utilizar lambdacihalotrina + tiametoxam (Figura 3.2).

**Figura 3.2 Tipos de agroquímicos y fertilizantes más comunes para la producción de arroz en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016

Elaboración: propia

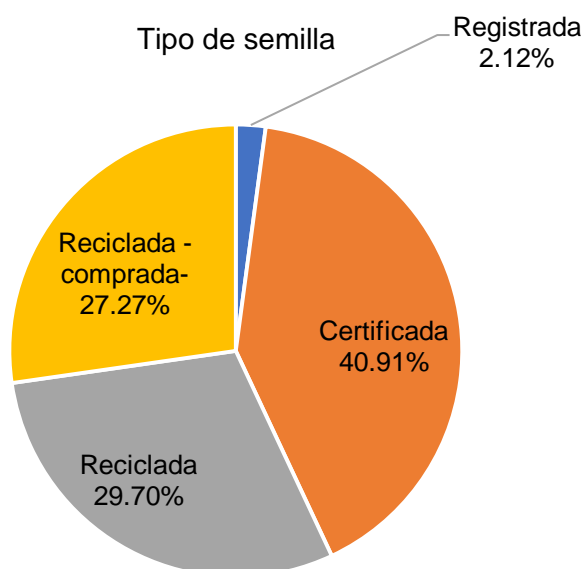
En otro aspecto relacionado con la producción de arroz, el 56,06% de los agricultores indicaron realizar siembra al voleo que consiste en la dispersión manual o mecánica de la semilla; mientras la diferencia, realiza siembra por trasplante de forma manual o mecánica relacionada en sembrar plantas pequeñas de arroz en un suelo totalmente lodoso. Para estas labores, el 40,91% afirmaron haber utilizado semilla certificada y el 56,97% mencionaron la utilización de semilla reciclada producida localmente o por un ofertante (Tabla 3.2; Figura 3.3).

**Tabla 3.2 Aspectos relacionados al tipo de siembra y calidad de semilla**

Variable	Frecuencia (n = 330)	Porcentaje
<b>Forma de siembra</b>		
Siembra al voleo	185	56,06
Siembra por trasplante	145	43,94

Elaboración propia

**Figura 3.3 Tipos de semillas empleadas por los productores para la producción de arroz en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016

Elaboración: propia

### **3.2 Estadísticas sobre las características socioeconómicas, atributos de la finca y factores de extensión agrícola.**

Los resultados de las características socioeconómicas de los productores de arroz en la provincia del Guayas como jefe(a) del hogar mostraron que la edad promedio del agricultor era 51 años. La mayoría de ellos, se encontraban entre 41 y 60 años, lo cual representaba el 55,16% de la muestra encuestada. El 93% de los agricultores son hombres y en promedio su hogar está conformado por cuatro miembros; sin embargo, el 7,58% tienen más de seis miembros (Tabla 3.3).

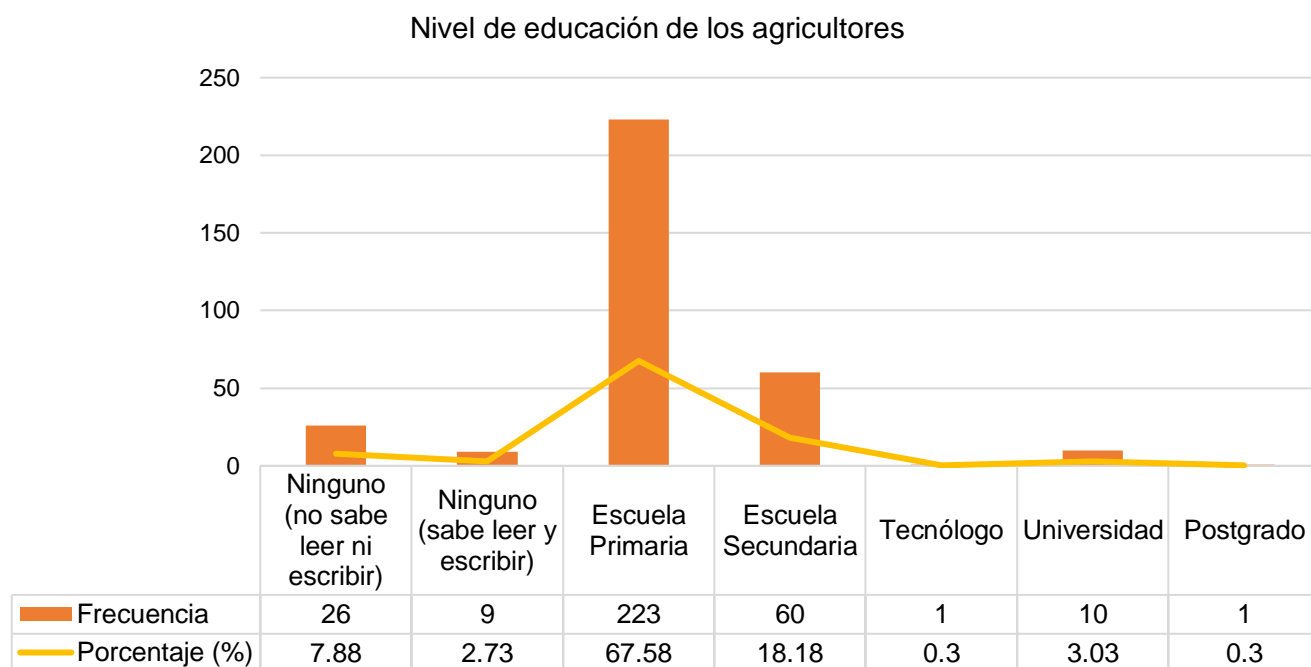
**Tabla 3.3 Características socioeconómicas de los agricultores encuestados en la provincia del Guayas**

<b>Variable</b>	<b>Frecuencia (n = 330)</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Edad (años)</b>		
Menor que 30	25	7,58
31-40	44	13,33
41-50	91	27,58
51-60	91	27,58
Mayor que 60	79	23,94
Promedio	51,3	
<b>Género</b>		
Hombre	308	93,33
Mujer	22	6,67
<b>Miembros de la familia (personas)</b>		
1-3	122	36,97
4-6	183	55,45
Mayor que 6	25	7,58
Promedio	4,15	

Elaboración: propia

Con respecto a la educación, el 67,58% han cursado estudios primarios y, el 18,18% de los agricultores estudiaron un nivel secundario; mientras que sólo el 3,63% realizaron estudios superiores. Aunque el 10,61% no accedieron a la educación, el 2,73% de los encuestados saben leer y escribir (Figura 3.4).

**Figura 3.4 Nivel de educación de los productores de arroz encuestados en la provincia del Guayas**

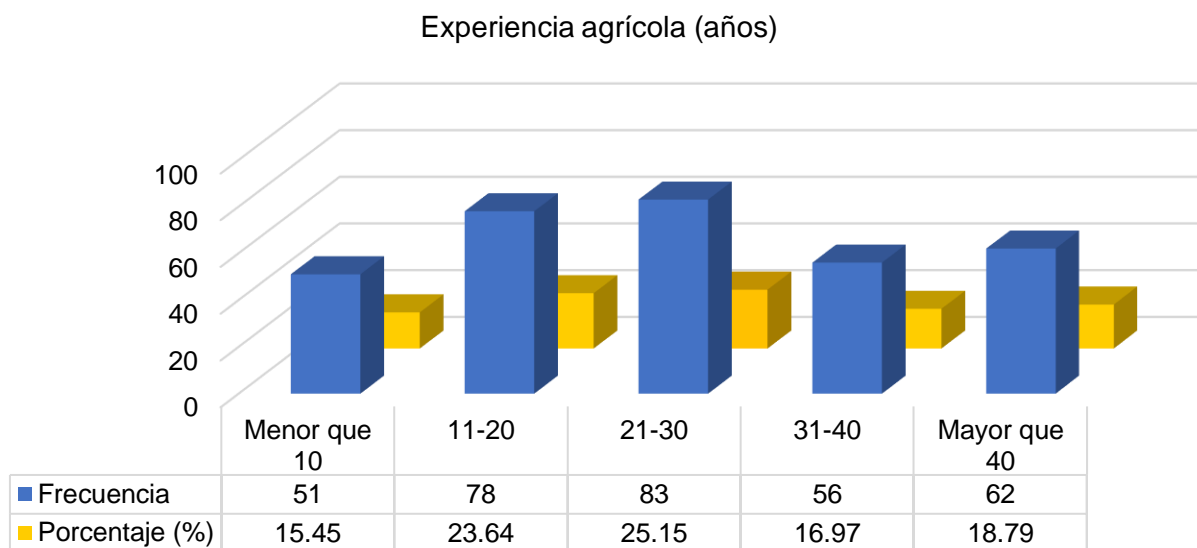


Fuente: Harvard Dataverse, 2016

Elaboración: propia

En cuanto a la experiencia, los agricultores en promedio se han dedicado a realizar esta actividad por 28 años aproximadamente; según la encuesta, un 18,79% han trabajado por más de 40 años (Figura 3.5).

**Figura 3.5 Experiencia agrícola de los productores de arroz encuestados en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016

Elaboración: propia

En cuanto a los servicios de extensión, en primer lugar, todos los encuestados respondieron que sí saben cómo realizar el manejo agronómico del cultivo de arroz y que el lote es manejado por todos los miembros del hogar. Los resultados establecieron que el 52,73% de los hogares entrevistados no pertenecen a una organización agrícola; sin embargo, el 9,09% participan en cooperativas de productores pero sólo el 21,52% pertenecen a una asociación de productores de arroz mientras el resto participa en otro tipo de organización.

En cuanto a la asesoría técnica, el agricultor de una u otra forma recibe este servicio de transferencia tecnológica por parte de instituciones gubernamentales y casas comerciales para mejorar la producción pero según este análisis, sólo el 36,67% de los productores afirmaron haber recibido capacitaciones. La información también estableció a que un grupo mayoritario no dio respuesta sobre si aplicaron la tecnología transferida. De los 121 productores que recibieron la asesoría, sólo 20 personas respondieron, de las cuales 10 sí aplicaban lo aprendido, 7 no aplicaban y el resto, aplicaba pero



parcialmente; por ende, no se puede tener un análisis consistente sobre el impacto de la aplicación de la transferencia tecnológica al cultivo (Figura 3.6; Tabla 3.4).

**Figura 3.6 Participación de los productores de arroz en organizaciones en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016  
 Elaboración: propia

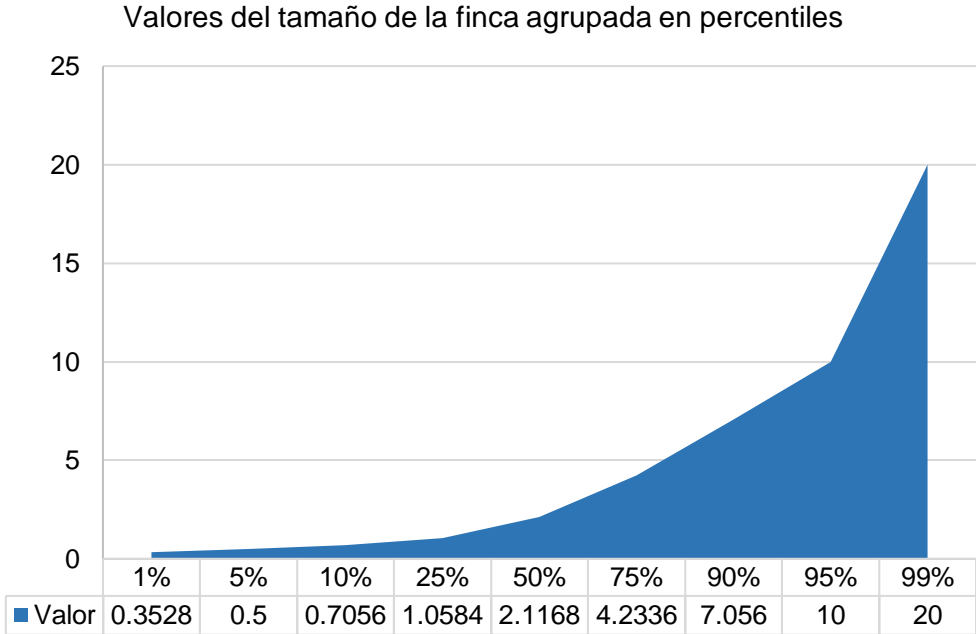
**Tabla 3.4 Servicio de transferencia tecnológica recibida en la provincia del Guayas**

Variable	Frecuencia (n = 330)	Porcentaje
<b>Asesoría técnica</b>		
Sí	121	36,67
No	209	63,33

Elaboración: propia

Asimismo, se definió el tipo de productor basado en el tamaño del predio; para ello, se crearon grupos estadísticos de acuerdo con los percentiles del conjunto de datos, es decir, los pequeños productores fueron aquellos que destinaban entre 0,1764 y 2,1168 hectáreas para la siembra de arroz; los medianos productores fluctuaban entre 2,1168 y 7,056 hectáreas y, los grandes productores tenían superficies mayores a 7,056 hectáreas (Figura 3.7).

**Figura 3.7 Percentiles del total de datos sobre el tamaño de la finca de los productores de arroz en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016

Elaboración: propia

Los resultados mostraron que un 52,12% de los hogares encuestados son pequeños productores de arroz, mientras el 0,61% son productores con mayor superficie de tierra. Además, a pesar de que, todos los miembros del hogar se dedican a esta actividad, la tenencia de la tierra es distinta; por ejemplo, el 68,48% afirmaron que el terreno es propio, mientras el resto alquila o presta la misma (Tabla 3.5).

**Tabla 3.5 Perfil del productor respecto a la superficie de tierra destinada para el cultivo de arroz en la provincia del Guayas**

Variable	Frecuencia (n = 330)	Porcentaje
<b>Tipo de productor</b>		
Pequeño	172	52,12
Mediano	156	47,27
Grande	2	0,61
<b>Tenencia de la tierra</b>		
Propia	226	68,48
No propia -alquilada-	94	28,48
No propia -prestada-	10	3,03

Elaboración: propia

De manera sobresaliente en los resultados, los agricultores mencionaron a la quema de los residuos vegetales de arroz, el uso del *romeplow* y *fanguero* como actividades relevantes para ejecutar una siembra directa. Por otro lado, respecto a la cosecha de arroz, los productores alcanzan en promedio 1,72 cosecha/año. En relación con la provincia del Guayas, lo agricultores producen entre 1-2 cosecha/año, lo cual constituye al 90,91% del total de encuestados; en cambio, el resto produjo entre 2-4 cosecha/año (Tabla 3.6).

**Tabla 3.6 Aspectos relacionados a las actividades agrícolas y número de cosechas en la provincia del Guayas**

Variable	Frecuencia (n = 330)	Porcentaje
<b>Actividades (Sí = 1)</b>		
Quema	198	60,00
Romeplow	219	66,36
Fanguero	283	85,76
Siembra Directa	172	52,12
<b>Cosechas</b>		
1-2	300	90,91
2-4	30	9,09

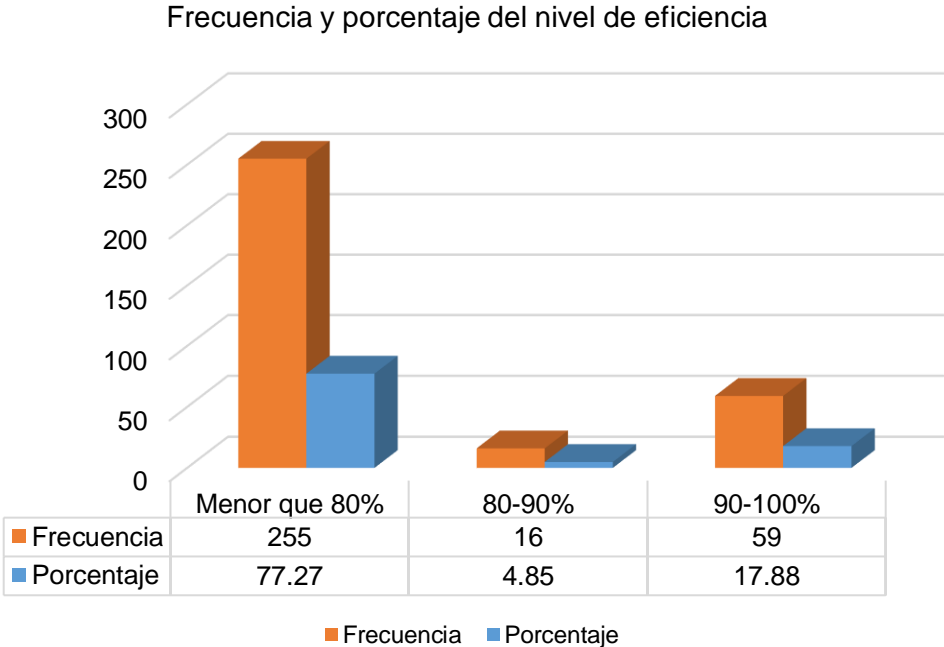
Elaboración: propia

Otro aspecto que conlleva a mejorar la productividad del cultivo de arroz es el control de malezas e insectos plaga en la cual todos los agricultores encuestados afirmaron realizar el manejo fitosanitario en el proceso de producción. Asimismo, el 91,52% manifestaron no haber realizado un análisis químico del suelo previo a la siembra como requisito para establecer las proporciones de fertilizantes a ser aplicados en el cultivo de arroz y como estrategia de alcanzar los rendimientos adecuados; sin embargo, todos los productores mencionaron que realizan la fertilización de los suelos.

### 3.3 Estimación de la eficiencia técnica en la producción de arroz

Los resultados muestran que los agricultores alcanzan una media del 45,66% de eficiencia técnica en la producción de arroz. También se constató que el 77,27% de los encuestados presentan una eficiencia técnica menor del 80%; por lo tanto sólo, el 17,88% de los productores obtuvo eficiencia técnica mayor al 90% (Figura 3.8).

**Figura 3.8 Distribución de la frecuencia sobre la eficiencia técnica de la producción de arroz en la provincia del Guayas**



Fuente: Harvard Dataverse, 2016  
 Elaboración: propia

### 3.4 Factores que afectan la eficiencia técnica de la producción de arroz

Los resultados indicaron que la cantidad total de semillas kg/ha y la cantidad total de insecticidas l/ha son los factores que están afectando la eficiencia técnica de la producción del cultivo de arroz en la provincia del Guayas. El coeficiente del total de semillas tuvo un efecto positivo en la eficiencia técnica a un nivel de significancia del 0,01. Significa que, si el productor incrementa la cantidad de semillas destinadas a la siembra de la gramínea en 1% entonces, la producción de arroz se incrementará en 0,177%. En cambio, a pesar de que, el coeficiente de fertilizantes y herbicidas fue positivo, no son significativos, es decir, estos factores no provocan un efecto significativo en la eficiencia técnica de la producción de arroz; más bien, el aumento del uso de estos componentes no conlleva a un mayor rendimiento. Con respecto al coeficiente del total de insecticidas, éste presentó un efecto negativo directo en la eficiencia técnica a un nivel de significancia del 0,05. Por ende, si los agricultores incrementan la cantidad total de insecticidas l/ha, entonces la producción del arroz disminuirá en 0,112%; por tal motivo, deberían reducir el uso intensivo de insecticidas para incrementar el rendimiento del cultivo (Tabla 3.7).

**Tabla 3.7 Estimación de la función de la frontera estocástica y los factores que afectan la eficiencia técnica del cultivo de arroz en la provincia del Guayas**

Variable	Coeficiente	Error estándar	t-ratio
<b>Frontera estocástica</b>			
Constante	4,273**	0,315	13,58
Total de semillas	0,177**	0,039	4,60
Total de fertilizantes	0,055	0,046	1,18
Total de herbicidas	0,019	0,034	0,55
Total de insecticidas	-0,112*	0,046	-2,43
<b>Ineficiencia del modelo</b>			
Constante	3,236**	0,277	11,70
Sexo	-0,631**	0,156	-4,05
Nivel de educación	-0,203	0,108	-1,88
Experiencia agrícola	0,000	0,003	0,14
Integrantes del hogar	0,005	0,024	0,19
Tamaño de finca	-0,461**	0,046	-10,05
Tamaño de finca (cuadrado)	0,004**	0,001	3,55

	Tenencia de tierra	-0,094	0,088	-1,08
	Organización agrícola	-0,005	0,092	-0,05
	Asesoría técnica	-0,079	0,088	-0,89
	Quema	0,137	0,081	1,68
	Siembra directa	0,128	0,087	1,46
	Número de cosechas	-0,290**	0,070	-4,11
<b>Usigma</b>	Constante	-2,877**	0,489	-5,88
<b>Vsigma</b>	Constante	-1,190**	0,093	-12,80

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

Elaboración: propia

Los resultados mostraron que los principales factores que influyen en la ineficiencia del cultivo son el sexo, tamaño de finca y número de cosechas, estos son elementos significativos que están afectando a la producción de la gramínea.

El coeficiente del sexo del productor fue significativo y afecta negativamente a la ineficiencia técnica a un nivel de significancia del 0,01. Esto implica que los agricultores que son hombres tienden a ser más eficientes que las mujeres, de modo que, contribuye a la disminución de la ineficiencia técnica en 0,631.

A pesar de que, el nivel de educación no fue significativo, éste afecta de manera negativa a la ineficiencia técnica del cultivo; por consiguiente, si el productor accede a un mayor nivel de educación (superior a la escuela primaria), ayudaría a reducir la ineficiencia en 0,203.

Los componentes de experiencia agrícola e integrantes del hogar no tuvieron ningún efecto en la ineficiencia técnica de la producción de arroz; sin embargo, estos valores no son tan robustos ya que, podría haber otros factores que podrían explicar estos resultados.

Con respecto al tamaño de la finca, este componente fue significativo a un nivel de significancia del 0,01 y demostró que afecta negativamente a la ineficiencia técnica, es decir, a mayor superficie del terreno entonces el rendimiento y producción del arroz mejora, ya que la ineficiencia técnica se reduciría en 0,461.

En relación con los coeficientes de tenencia de tierra, organización agrícola y asesoría técnica, los resultados indicaron que si bien no son significativos, estos producen un efecto negativo en la ineficiencia técnica; de modo que, si más productores poseen tierras propias, son miembros de organizaciones o asociaciones agrícolas y reciben asesoría técnica brindada por expertos en el área, reducirían la ineficiencia técnica de la producción de esta gramínea en 0,094, 0,005 y 0,079 respectivamente.

Con respecto a las actividades de quema y siembra directa, a pesar de que, los coeficientes no fueron significativos, estos provocan un efecto positivo en la ineficiencia técnica, es decir, si los productores siguen poniendo en práctica estas actividades, la producción podrá verse perjudicada ya que, la ineficiencia técnica aumentará respectivamente en 0,137 y 0,128.

En cuanto al número de cosechas, los resultados mostraron que este factor es significativo y afecta de manera negativa a la ineficiencia técnica de la producción de arroz a un nivel de significancia del 0,01. Esto implica que los agricultores que cultiven más de dos veces en el año disminuyen la ineficiencia técnica en 0,290; por ende, son técnicamente más eficientes.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Los agricultores arroceros de la provincia del Guayas tienen una edad promedio de 51 años siendo los hombres quienes se dedican a la producción de esta gramínea con un nivel primario de educación y, con una experiencia de estar involucrados en esta actividad por 28 años.

La eficiencia de la producción de arroz depende del nivel socioeconómico del agricultor que afecta de manera directa sobre la productividad del cultivo complementado con una carencia de asistencia técnica para el manejo del cultivo que influye al no estar la mayor parte de ellos involucrados en organizaciones agrícolas para los procesos directos de capacitación técnica; sin embargo, son conocedores de todos los aspectos agronómicos que deben ser implementados y ejecutados.

El nivel socioeconómico y el alcance de la capacitación repercuten sobre el buen uso de los insumos agrícolas estratégicos como la semilla, fertilización, herbicidas e insecticidas con recomendaciones sugeridas por las instituciones de competencia gubernamental; aunque, el 77% demuestran tener eficiencia técnica para la producción de arroz, sus procedimientos técnicos son inadecuados para el buen uso de la semilla y las dosis adecuadas de insecticidas. Los fertilizantes y los herbicidas no tienen efectos sobre la eficiencia técnica. Los rendimientos están en los parámetros óptimos aceptables; sin embargo, el uso indiscriminado de insecticida tiene un efecto sobre la reducción de la producción aparenta que esta situación puede estar afectando la fisiológica normal de la planta de arroz.



## **4.2 Recomendaciones**

Se recomienda realizar un análisis econométrico para los otros sectores productores de arroz del país, para conocer que parámetros se correlacionan directamente sobre la producción y la productividad comparando con la información de la provincia del Guayas. Además, un análisis que permita determinar si el uso de los fertilizantes y los herbicidas son utilizados de manera técnica y que demuestre que contribuyen en alcanzar los rendimientos esperados.

Paralelo a este estudio, será necesario interrelacionar con la economía ambiental para medir el impacto de los herbicidas e insecticidas en los ecosistemas donde se desarrolla el cultivo de arroz. Además, se debería evaluar si el extensionismo agrícola nacional para este rubro alimenticio está siendo adecuadamente asimilado y puesto en práctica por los productores de esta gramínea en los diversos niveles socioeconómicos.

# BIBLIOGRAFÍA

- Abedullah, KOUSER, S., & MUSHTAQ, K. (2007). Analysis of technical efficiency of rice production in Punjab (Pakistan): Implications for future investment strategies. *Pakistan Economic and Social Review*, 231-244.
- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, 6(1), 21-37.
- Andrade, F., (2005). Inventario Tecnológico del cultivo del Arroz. Estación Experimental Boliche. Instituto Nacional Autónoma de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Yaguachi, Guayas. 41p.
- Banco Central del Ecuador. (2020). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario. No. 89. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202002.pdf>
- Bhuiyan, N. I., Crasswell, E. T., & Bouldin, D. R. (1984). Yield and crop parameters of wetland rice as influenced by soil and fertilizer nitrogen. *Plant and soil*, 79(3), 369-381.
- Bishop C.E. y Toussain W.D (1991) Introducción al análisis de economía agrícola, editorial Limusa, décima segunda reimpresión, 262 pp.
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18(1), 139-165.
- Dobermann, A., & Cassman, K. G. (2002). Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia. *Plant and soil*, 247(1), 153-175.
- Fuglie, K. O., & Bosch, D. J. (1995). Economic and environmental implications of soil nitrogen testing: A switching-regression analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(4), 891-900.
- García, D. C., (2019). Informe de rendimientos objetivos de arroz en cáscara 2019. En: Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA).

- Gianessi, L. P., & Reigner, N. P. (2007). The value of herbicides in US crop production. *Weed Technology*, 21(2), 559-566.
- Idiong, I. C. (2007). Estimation of farm level technical efficiency in smallscale swamp rice production in cross river state of Nigeria: a stochastic frontier approach. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(5), 653-658.
- INEC. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2017. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Informe\\_Ejecutivo\\_ESPAC\\_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf)
- INEC. (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2018. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf)
- INEC. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf)
- INEC, (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)
- Khai, H. V., & Yabe, M. (2011). Technical efficiency analysis of rice production in Vietnam. *Journal of ISSAAS*, 17(1), 135-146.
- Linn, T., & Maenhout, B. (2019). Measuring the efficiency of rice production in Myanmar using data envelopment analysis. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 16(1362-2019-4201), 1-24.
- Mendoza C, L; Racines J, M; Chaves T,J. (2010). Retornos económicos de la investigación y transferencias de tecnologías generadas por el INIAP – Ecuador: El Caso Arroz. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 63 p, Publicación Técnica No 141.

- Mendoza C, L; Racines J, M; Espín O., D. (2011). Adopción de la variedad de arroz INIAP-14 y sus componentes tecnológicos, en el proyecto de riego América Lomas, Cantón Daule, Provincia del Guayas, Quito, Ecuador INIAP, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 70 p, Publicación Técnica No 147.
- Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, 435-444.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2020). Informe del Comportamiento de los Insumos Agrícolas durante el año 2020.
- Orrego-Varón, M., Marín, D., Yanez, F., Mendoza, L., García, M., Twyman, J., & Labarta, R. (2016). Estudio de adopción de variedades modernas y prácticas agronómicas mejoradas de Arroz en Ecuador. *Reporte de Investigación. CIAT-INIAP*.
- Purba, K. F., Yazid, M., Hasmeda, M., Adriani, D., & Tafari, M. F. (2020). Technical efficiency and factors affecting rice production in tidal lowlands of South Sumatra Province Indonesia. *Slovak Journal of Food Sciences*, 14.
- Rentería A., Gaethe R., Oñate, J., Coronel J., Salazar C. (2019). Panorama Agroeconómico: Ecuador 2019. Quito, Ecuador. Dirección de Análisis de la Información Agropecuaria Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA).
- Servicio de Rentas Internas. (2020). Ventas locales cultivo de arroz y piladoras por provincia. <https://www.sri.gob.ec/estadisticas-sri>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2019). Resultados de la Hoja de Balance de Alimentos Ecuador - 2019.
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2020). Ficha del cultivo. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/arroz>
- Taraka, K., Latif, I. A., Shamsudin, M. N., & Sidique, S. B. A. (2012). Estimation of technical efficiency for rice farms in Central Thailand using stochastic frontier approach. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 9(1362-2016-107597), 1-11.
- Zia-Ul-Haq, M., Khaliq, A., Qiang, S., Matloob, A., Hussain, S., Fatima, S., & Aslam, Z. (2019). Weed growth, herbicide efficacy, and rice productivity in dry seeded paddy field under different wheat stubble management methods. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(4), 907-926.